

在线色谱现场校验标准油样便携保存装置的研制

朱洪斌, 张晓琴, 王晨, 刘建军

(江苏省电力公司电力科学研究院, 江苏南京 211103)

摘要:针对在线色谱现场校验装置用标准油样无法长期稳定保存及运输传递的问题, 研制了在线色谱现场校验标准油便携保存装置。该装置采用内部胶囊设计、压力式保存技术, 解决了传统保存装置由于容器内壁吸附、气体逸出导致组分含量无法稳定保持的难题。使用该装置, 可将标准油的保质期由4 d提高到180 d, 最大限度的保证了标准油样在任何环境下的稳定性, 实现了变压器油色谱分析量值标准的统一性, 为变压器在线色谱监测装置现场校验提供了稳定可靠的参比依据。

关键词: 变压器; 在线监测装置; 标准油; 保存装置

中图分类号: TM406

文献标志码: B

文章编号: 1009-0665(2015)05-0065-03

电力变压器是电力系统中重要运行设备之一, 其能否正常运行对整个电网系统的安全影响很大。变压器绝缘油及固体绝缘材料在运行电压下因电、热、氧化和局部电弧因素作用, 裂解产生 H_2 、 CO 、 CO_2 、 CH_4 、 C_2H_6 、 C_2H_2 、 C_2H_4 等特征气体^[1,2]。采用气相色谱法对油中溶解气体组分含量进行测定, 是评估变压器绝缘状态、判断设备内部潜伏性故障的重要手段^[3]。常规油色谱分析需要将样品取样带回实验室, 检测周期长、不能有效跟踪发展趋势和及时发现潜伏性故障。在线色谱监测装置则避免了取油样到实验室分析, 运行人员可随时监视设备运行状况^[4]。使用变压器标准油样进行校准, 可有效确保在线色谱监测装置的准确性^[5]。然而, 目前变压器标准油样保存和传递存在许多问题: 运输过程中标准油样量值易发生改变, 样品保存期短, 保存装置体积庞大不易携带等。在线色谱现场校验标准油便携保存装置的研制解决了上述问题, 不仅显著提升了标准油的保存时间, 而且可直接对接在线色谱监测装置使用, 更加易于携带运输, 为提高色谱分析数据准确性提供了可靠保障。

1 江苏电网在线色谱监测装置运行情况

目前, 江苏电网安装的变压器绝缘油故障气体在线色谱监测装置分为单组分和多组分两种类型。单组分在线监测装置以北京中能公司代理的 HYDRNM2 为代表, 通过渗透膜收集绝缘油中故障气体, 以特殊探头分析绝缘油中关键可燃气的总和 (包括 H_2 、 CO 、 C_2H_2 、 C_2H_4 , 主要反映 H_2)。该类设备体积小, 安装方便, 无外部附属装置, 采样分析时间快, 在早期具有较好的实用性。但单组分在线监测装置无法反映绝缘油中故障气体的组成和含量、特别是无法反映设备故障类型, 限制了它的进一步应用^[6]。多组分油色谱在线监测装置的厂家和型号较多, 主要是采用气相色谱的

原理, 可以监测和分析 H_2 、 CO 、 CH_4 、 C_2H_2 、 C_2H_4 、 C_2H_6 、 CO_2 多种特征气体的组分和含量。近年来, 出现了基于光声光谱原理的油中气体在线监测, 同样可以实现多种特征气体成分的监测^[7]。

无论是单组分在线监测装置、还是多组分在线监测装置, 都会受环境因素及仪器稳定性的影响, 发生精度失准的情况, 也都需要定期在现场对监测装置进行校准, 以确保监测数据准确稳定。因此, 用于对在线监测装置进行校验的标准油运输传递至工作现场的标准油便携式保存装置是关键设备。

2 在线色谱现场校验标准油便携保存装置的研制

对在线色谱监测装置进行校验, 标准油应在 20 d 之内气体组分含量变化率小于 10%, 而传统保存装置由于容器内壁吸附、气体逸出等原因, 标准油中气体组分含量无法稳定保持。项目组研制了在线色谱现场校验标准油便携保存装置, 该装置外壳选用不锈钢材料, 内部选用耐油丁腈橡胶, 采用胶囊式保存设计, 避免了油中组分在容器内壁的吸附; 在“微正压”条件下保存, 解决了传统保存装置保存效果差、保存时间短的不足, 既保证了变压器油色谱分析标准油保存期间的稳定性, 又大大延长了标准油的有效期。

研制的在线色谱现场校验便携保存装置内部结构如图 1 所示, 工作原理如下。

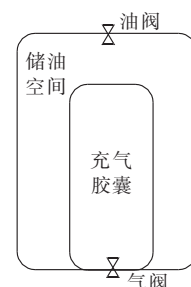


图 1 在线色谱现场校验便携式保存装置结构

(1) 装置预处理: 关闭油阀, 打开气阀, 向胶囊内

充氮气为起始压力,氮气压力为 0.01~0.02 MPa,这样使内置胶囊紧贴存储装置内壁,然后关闭气阀。

(2) 进油保存:打开油阀,通过外部压力将标准油充进存储装置,设定标准油的量到达装置总体积的 3/4,压力为 0.2~0.4 MPa 时停止进油,从而达到压力保存的效果,胶囊可承受的最大压力为 0.6 MPa;

(3) 标准油的使用:打开油阀,通过内置胶囊的压力可自动将油排出。排出口通过管道可直接与现场变压器油在线色谱监测装置连接。

该保存装置使用方便、易携带,自重只有 2 kg,容量可达 20 L,实物如图 2 所示。



图 2 在线色谱现场校验便携保存装置

3 在线色谱现场校验标准油便携装置的性能试验

(1) 采用一次配制、同时分装、长期分析的方式,考察便携保存装置长期保存的量值稳定性。2014 年 4 月 25 日使用变压器油中溶解气体标准油配制系统进行标油配制,配制完成后分别转移至便携保存容器。自 2014 年 4 月 26 日开始进行同批次长期保存量值稳定性考察,结果如图 3 所示,便携保存容器可稳定保存标准油 180 d 以上。

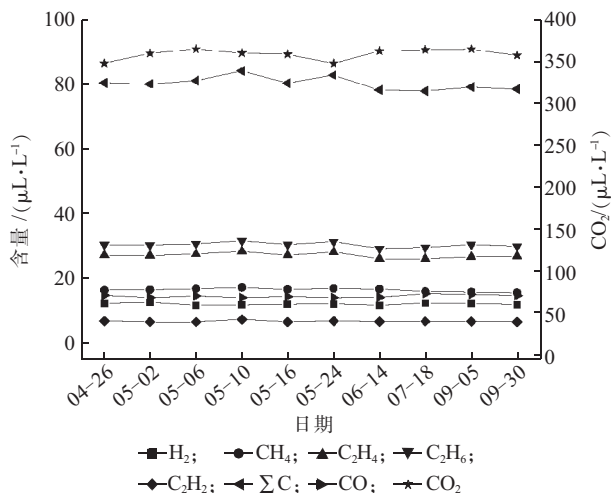


图 3 标准油中溶解气体含量长期稳定性

(2) 采用一次配制、同时分装、多地检测的方式,考察同批次标准油在不同实验室检测的量值稳定性。2014 年 10 月 8 日使用变压器油中溶解气体标准油配

制系统进行标油配制,配制完成后转移至便携保存装置。自 2014 年 10 月 13 日起,分别在江苏电科院、浙江电科院、上海电科院、苏州供电公司及南京供电公司 5 个地区进行同批次标准油、不同实验室之间的量值稳定性比对分析,比对时间间隔 180 d。比对结果显示,同一地点标准油各组分含量分析具有较好的平行性,不同地点标准油各组分基本保持一致,且均实现 180 d 以上的量值稳定,如表 1 至表 5 所示。

表 1 江苏电科院标准油检测结果 $\mu\text{L}\cdot\text{L}^{-1}$

测试时间	H ₂	CH ₄	C ₂ H ₄	C ₂ H ₆	C ₂ H ₂	ΣC	CO	CO ₂
10-13	19.7	63.1	113.8	127.8	20.5	325.2	22.9	447.0
10-13	20.8	64.1	112.8	125.8	20.2	322.9	23.4	437.1
04-14	20.2	63.5	113.0	126.4	20.7	323.6	23.0	456.8
04-14	19.8	62.8	111.9	125.2	20.3	320.2	22.6	448.3

表 2 浙江电科院标准油检测结果 $\mu\text{L}\cdot\text{L}^{-1}$

测试时间	H ₂	CH ₄	C ₂ H ₄	C ₂ H ₆	C ₂ H ₂	ΣC	CO	CO ₂
10-15	14.8	53.7	102.9	117.8	18.2	292.6	20.6	410.2
10-15	15.7	54.2	103.9	118.8	18.5	295.4	22.2	420.0
04-16	15.0	53.0	100.5	115.1	16.8	285.4	20.7	445.6
04-16	14.5	53.8	101.1	115.4	16.8	287.1	21.9	450.5

表 3 上海电科院标准油检测结果 $\mu\text{L}\cdot\text{L}^{-1}$

测试时间	H ₂	CH ₄	C ₂ H ₄	C ₂ H ₆	C ₂ H ₂	ΣC	CO	CO ₂
10-17	13.4	76.9	88.2	85.7	14.5	265.3	23.2	432.7
10-17	13.4	77.7	86.8	83.1	14.5	262.1	24.4	408.7
04-20	12.9	75.4	86.9	82.9	14.6	259.8	25.1	413.3
04-20	13.1	75.9	87.6	84.0	14.7	262.2	25.6	425.7

表 4 南京供电公司标准油检测结果 $\mu\text{L}\cdot\text{L}^{-1}$

测试时间	H ₂	CH ₄	C ₂ H ₄	C ₂ H ₆	C ₂ H ₂	ΣC	CO	CO ₂
10-22	15.7	55.9	101.4	114.7	18.0	290.0	23.1	446.1
10-22	15.5	55.5	100.4	114.1	17.8	287.8	23.2	419.6
04-23	15.0	54.0	99.6	112.6	17.5	283.7	22.4	452.3
04-23	15.3	54.5	101.0	112.8	17.6	285.9	22.6	455.4

表 5 苏州供电公司标准油检测结果 $\mu\text{L}\cdot\text{L}^{-1}$

测试时间	H ₂	CH ₄	C ₂ H ₄	C ₂ H ₆	C ₂ H ₂	ΣC	CO	CO ₂
10-25	16.0	52.9	99.6	114.4	11.7	284.6	24.0	399.0
10-25	16.0	52.4	98.5	113.5	17.6	282.0	24.0	387.0
04-27	15.0	51.9	98.3	113.4	17.1	280.7	26.0	425.0
04-27	15.0	50.8	97.4	112.4	17.0	277.6	26.0	413.0

4 结束语

该在线色谱现场校验标准油便携保存装置首次实现在线色谱现场校验标准油的长期保存,标准油样保存时间由 4 d 提升到 180 d,最大限度保证样品在任何环境条件下的稳定性,解决了变压器标准油样无法留

存复核的问题。该装置实现了一次配油多次使用,可避免标准油取样、转移使用等环节引入的误差,并直接对在线色谱进行现场校验,在减少工作量的同时保证了变压器油色谱分析量值标准的统一性,使分析数据更准确、更具有可比性。标准油便携保存装置解决了将标准油运输传递至现场对在线色谱检测系统进行精准校验的难题,确保了在线色谱检测数据的准确性,有助于早发现变压器设备潜伏性故障,节约检修成本,减少非计划停电,增加供电可靠性,因此具有广泛的社会效益。目前,在线色谱现场校验标准油便携保存装置已应用于黑龙江、山东、福建等电科院,效果显著。

参考文献:

- [1] 范洁,陈霄,黄奇峰,等. 变压器油中多组分气体高精度在线检测研究[J]. 光谱学与光谱分析,2013,33(12):160-163.
- [2] 黄献涛. 浅谈变压器运行中异常现象的检修与维护[J]. 江苏电机工程,2009,28(5):14-16.
- [3] 操敦奎,许维宗,阮国方. 变压器运行维护与故障分析处理[M]. 北京:中国电力出版社,2008:164-169.
- [4] 郭伟,武志峰,郝菊屏,等. 变压器油在线色谱监测装置的应用现状分析[J]. 电力安全技术,2014,16(3):55-59.
- [5] 陈丽娟. 电力变压器故障监测分析应用[J]. 中国城市经济,2011(24):191.
- [6] 郭小波,姚文军,王军,等. 变压器在线色谱装置技术条件分析[J]. 中国电力,2009,42(5):72-75.
- [7] 赵学民,王鑫,赵哲军,等. 油中溶解气体在线色谱监测技术在变压器运行中的应用[J]. 华北电力技术,2007(10):29-31.

作者简介:

朱洪斌(1966),男,江苏南京人,高级技师,从事电力用油、气理化分析及用油气设备的故障预警评估、诊断工作;

张晓琴(1989),女,江苏南通人,硕士,从事电力用油、气理化分析工作;

王晨(1985),男,江苏盐城人,技师,从事电力用油、气理化分析工作;

刘建军(1979),男,江苏南京人,高级工程师,从事材料分析与评估工作。

The Portable Standard Oil Saving Device for Calibrating Transformer On-line Chromatography Monitoring Instrument

ZHU Hongbin, ZHANG Xiaoqin, Wang Chen, Liu Jianjun

(Jiangsu Electric Power Company Electric Power Research Institute, Nanjing 211103, China)

Abstract: Standard oil can be used to calibrate on-line monitoring chromatograph. Nowadays, there isn't an appropriate device to storage and transport the oil. A portable standard oil saving device is developed in this paper. The device adopts the design of internal capsule and pressure storage method. The oil conglutination on the inner wall is avoided, and the gas do not escape from the oil. Compared to the traditional saving devices, the new device's preservation effect is better, and its preservation time is extended from 4 days to 180 days. The stability of standard oil in any environment is guaranteed, which fulfills the standard of transformer chromatographic analysis. The device provides a reliable reference for transformer on-line chromatography monitoring.

Key words: power transformer; on-line monitoring device; standard oil; the saving device

(上接第 64 页)

- 规范[S]. 北京:中国电力出版社,2010.
- [3] 国家电网公司. Q/GDW1902—2013 智能变电站 110 kV 合并单元智能终端装置集成技术规范[S].北京:中国电力出版社,2013.
- [4] 国家电网公司. Q/GDW 441—2010 智能变电站继电保护技术规范[S]. 北京:中国电力出版社,2010.

作者简介:

窦秉国(1974),男,湖南永州人,工程师,从事继电保护、智能变电站应用研究工作;

张宏波(1975),男,吉林伊通人,高级工程师,从事嵌入式软件在电力系统、智能变电站应用研究工作。

The Development of a New Type of Merging Unit and Intelligent Terminal Integrated Device

DOU Chengguo, ZHANG Hongbo

(Shanghai SHR Electrical Power Technology Co. Ltd., Nanjing Branch, Nanjing 210012, China)

Abstract: For the purpose of compact structure and simple network design in smart substation, the integration of merging unit and intelligent terminal at the process level becomes a new trend in the smart substation. A new software and hardware solution for the integration of merging unit and intelligent terminal is proposed in this paper. Base on this scheme, not only the requirement of the integration of merging unit and intelligent terminal can be met, but also the transmission time delay from input to output of the analog data is shorten and the data transmission speed is improved. The transmission time delay less than 2 ms which is defined in related standards. It also improves the operation time of the protection devices connected to this new device.

Key words: merging unit; intelligent terminal; merging unit and intelligent terminal integrated device; SV; GOOSE